

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

Т. С. Левцова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н. Н. Масалитина

Существуют различные варианты применения компьютерного моделирования в медицине. Одним из важнейших факторов, повлиявших на это, является то, что компьютерное моделирование позволяет избежать проведения экспериментов на людях.

Для медицины разработано множество компьютерных программ, использующих изображения анатомии человека, внутренних органов и различных костей. Компьютерные модели обычно двухмерные, но в последнее время возросли разработки трехмерного моделирования. Первым, революционным в свое время экспериментом в этом направлении стал американский проект «VisibleHumanProject», который был начат в 1993 г. в Университете Колорадо и включал данные компьютерной томографии (КТ), ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), а также анатомические изображения тела мужчины и женщины. В дальнейшем с успехом был начат: проект «ChineseVisibleHuman» (2002 г.), который представил изображения срезов, полученных с КТ и ЯМР, а также анатомических срезов без единого пропуска и с реалистичной передачей цвета, адекватного цвету органов живого человека [1].

Данные разработки имеют широкий круг возможностей, но они не доступны для использования в Республике Беларусь, так как имеют высокую стоимость. В странах СНГ уровень развития компьютерного моделирования невысок.

Ряд исследователей в Российской Федерации и Украине выполняют исследования, которые позволяют по стандартным проекциям рентгенограмм рассчитывать и анализировать изображенную на дисплее пространственную модель деформации различных отделов скелета человека. Однако получаемые в результате геометрические модели являются очень упрощенными и не позволяют учитывать изменения размера моделируемого объекта [2].

Поэтому актуальной является проблема разработки программного средства автоматизации построения параметризированной геометрической модели поясничного отдела позвоночника человека.

С целью решения поставленной задачи разработана автоматизированная система следующей структуры:

- модуль предварительной обработки изображений;
- модуль визуализации геометрической модели;
- модуль измерения параметров изображений позвонков и межпозвоночных дисков;
- модуль управления параметрами геометрической модели.

Автоматизированная система реализована средствами языка C# на платформе Microsoft Visual Studio 2015.

Геометрическая модель поясничного отдела позвоночника человека строится на основе математической модели, включающей следующие основные параметры: диаметр и длина тела позвонка, диаметр парных поперечных суставных отростков, диаметр и длина парных суставных отростков, диаметр непарного остистого отростка, а также длину всего позвонка. Также измеряется высота позвонков и межпозвоночных дисков.

Измерение перечисленных параметров математической модели выполняется на основе данных, полученных в результате обработки снимком срезов отдельных позвонков человека (компьютерной томографии).

Так как позвоночный столб имеет сложную структуру и описание всех его параметров приводит к излишнему загромождению изображения и потере наглядности, то в процессе моделирования были сделаны упрощения некоторых элементов. Тело позвонка задается в форме цилиндра, межпозвоночный диск рассматривается как сплошной упругий элемент, суставные хрящи рассматриваются как упругие конусовидные элементы. Данные упрощения позволяют построить 3D-модель в достаточно простой форме для практической реализации, но при этом достаточно приближенную к ее реальному образу для дальнейших оценок нагрузки и численных экспериментов.

Для улучшения качества применяемых томографических снимков применяются пороговые методы обработки изображений. В дальнейшем выявляются границы позвонков с помощью высокочастотного фильтра. Для обнаружения перепадов яркости, характерных для границы объекта, применяется оператор Лапласа [3].

Информация о форме отдельных позвонков и межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника человека хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. Для этого используем файл формата STL.

В результате полученная геометрическая модель является переносимой на различные среды дальнейшей обработки, допускает визуализацию с помощью различных технических средств (медицинское оборудование, 3D принтеры) и позволяет учитывать зависимость нагрузки на поясничный отдел позвоночника от соотношения его физических размеров.

Л и т е р а т у р а

1. Ворошук, Р. С. Ukrainianvisiblehumanproject / Р. С. Ворошук, М. П. Бурых // Бюл. Волгоград. науч. центра РАМН. – 2006. – № 2. – С. 14–15.
2. Исследование напряженно-деформированного состояния конечно-элементной модели фрагмента позвоночного столба при сочетанном использовании траспедикулярных имплантов и вертебропластики / Л. А. Бублик [и др.] // Нейрохирургия и неврология Казахстана. – 2013. – № 3. – С. 3–7.
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.